

# PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen

PCT/03/00907

#2

## Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

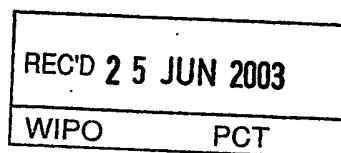
This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande HE Hansson AB, Finspång SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0201771-3  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2002-06-11  
Date of filing



Stockholm, 2003-06-06

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

*Lina Oljeqvist*

Lina Oljeqvist

Avgift  
Fee

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET  
SWEDEN**

Postadress/Adress  
Box 5055  
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone  
+46 8 782 25 00  
Vx 08-782 25 00

Telex  
17978  
PATOREG S

Telefax  
+46 8 666 02 86  
08-666 02 86

# **Förfarande och anordning för utvinning av mekanisk energi samt värme och/eller kyla i anslutning till en förbränningsmaskin**

5 Uppfinningen avser ett förfarande och en anordning för utvinning av mekanisk energi i kombination med värme och/eller kyla i anslutning till en förbränningsmaskin, av den art som framgår av ingressen till det självständiga förfarandekravet respektive anordningskravet.

10 Det är förut känt, exempelvis från PCT SE 9500026, att tillföra ånga till intagsluften till förbränningsmaskinen, att med förbränningsmaskinen driva en elgenerator, samt att avleda värme från de vid förhöjt tryck hållna avgaserna, och att slutligen expandera avgaserna i en turbin, med vilken energi utvinnes, i sådan omfattning att rökgaserna får så låg temperatur (under 0 °C) att de direkt kan utnyttjas för något kylningsändamål.

15 Vid den nämnda typen av processer finns vissa olägenheter, som hänför sig till processens flexibilitet och utnyttjande av tillgänglig energi. Exempelvis utfälls iskristaller vid slutexpansionen, vilket är en allvarlig nackdel, som fördyrar utrustningen och försvårar driften. Ett ändamål med uppfinningen är därför att anvisa en  
20 process som erbjuder effektiv utvinning av värme och energi ur förbränningsmaskinens avgasflöde, och som även medger en effektiv befuktning av förbränningsluften till förbränningsmaskinen.

25 Dessa ändamål uppnås helt eller delvis med förfarandet enligt det självständiga förfarandekravet respektive med anordningen enligt det självständiga anordningskravet.

Utföringsformer av uppfinningen anges i de bilagda osjälvständiga patentkraven.

30 I en praktisk och särskilt föredragen utföringsform av uppfinningen, ombesörjes först att intagsluften till förbränningsmaskinen tillföres vatten i en hög andel. Bränslet, luften och vattnet proportioneras så att förbränningen i förbränningsmaskinen blir i huvudsak stökiometrisk, företrädesvis nära stökiometrisk. Härigenom kommer en maximal del av avgasflödets värmeinnehåll att bäras av vattenånga, så att värmeförvärmningen effektivt kan utvinnas genom kondensering och vid användbar temperatur. Särskilt  
35 vid kondensering vid atmosfärstryck är det väsentligt att förbränningen utförs nära stökiometriskt, om användbara temperaturer skall erhållas. Kondensering vid förhöjt tryck ger förbättrade temperaturprestanda. Det utvunna värmeförvärmningen kan ledas ut exempelvis till ett värmenät (ångnät, hetvattennät, varmvattennät; centralvärme, fjärrvärme, tappvarmvatten, etc) och till en sorptionscykel i någon vald fördelning.  
40 Den sist kvarvarande vattenångan kan utnyttjas genom att kondenseras och kylas.

Ångan/-kondensatet från den sista kondensordelen i avgasströmmen kan exempelvis värmeväxlas med tilluftflödet under samtidig vattentillförsel. Den sålunda befuktade luften kan komprimeras, eventuellt tillsammans med maskinens bränsle (exempelvis naturgas) innan den tillföres förbränningsmotorn. Denna komprimering kan drivas av en turbin (turboexpander), som emottar avgaserna innan dessa utledes ur processen. Före expansionen kan avgaserna tillföras värme via en värmeväxlare från t ex avgasflödet eller laddluftkyllning, så att turbinen kan leverera mer axelarbete och eventuellt en tillräcklig komprimering av bränsle/luftflöde till förbränningsmotorn. Med lämplig ingångstemperatur kan utkondensering av is undvikas i turbinen.

Sorptionscykeln kan drivas av en första kondensordel, som ligger uppströms en andra kondensordel, och där första kondensordelen utvinner kondenseringsvärden inom temperaturintervall från exempelvis 110 °C till 85 °C. Sorptionscykeln kan vara försedd med tvåstegsindunstning och kan för den saken skull även emotta värme från en värmeväxlare, vilken är anordnad i avgasflödet uppströms den första kondensorenheten.

Exempel på sorptionscyklar är absorptionskylmaskiner, absorptionsvärmepumpar samt sorptionsavfuktare med arbetsmedium i vätskeform eller fast sorbent. Vidare finns sorptionsavskiljare med t ex monoetanolamin för t ex koldioxid från avgaser.

Den andra kondensorenheten kan såsom ett exempel arbeta mellan 85 °C och 25 °C, varigenom intagsluften kan värmas och befuktas från exempelvis 15 °C till ca 40 °C – 50 °C innan den komprimeras i turbokompressor.

Genom att tillse att den tillförda luften ges en väsentlig vattenbefuktning och även värmning från ett sista kondensorsteg i förbränningsmotorns avgasflöde, säkerställs att värmeflödena effektivt kan uthämtas ur förbränningsmotorns avgasflöde, eftersom de väsentligen baserar sig på kondensation av vattenånga, till följd av den väsentligen stökiometriska förbränningen och den höga vattentillförseln i tilluften. Eftersom stökiometrisk förbränning ger minsta möjliga utspädning av vattenångan med icke-kondenserbara gaser, kan maximal daggpunkt erhållas, vilket är önskvärt ur temperatursynpunkt. Eftersom värmeutvinningen i kondenseringsstegen baseras på förbränningsmotorns avgaser, vilkas kvarvarande värmeinnehåll huvudsakligen hänför sig till vattenånga däri, kan värmen avledas effektivt via kondensorapparater med ringa volym och area. Förbränningsmotorn kan vara av godtycklig art, varvid maskinen/-motorn har en utgående axel, som levererar mekaniskt arbete och som kan vara ansluten till en generator för elproduktion. Bränsle/luftblandningen som

inleds i förbränningsmotorn kan givetvis förvärmas av motorns avgaser innan den inleds i förbränningsmotorn. Vidare kan bränsle/luftblandningen givetvis ges ett extra fukttillskott omedelbart innan den införes i förbränningsmotorn.

- 5 Eftersom bildat kondensat vanligen skall ledas eller cirkuleras genom värmeväxlare, är det lämpligt att tillse att utvunnet kondensat är rent. Därför kan stofffilter och/eller en skrubber vara inkopplad i avgasledningen uppströms kondenseringsenheterna. Skrubbern kan tillföras en vätska i form av ett kondensat, som utvinnes ur den närmast följande kondensorn. Vidare kan svaveldioxid och andra sura rökgas-
- 10 komponenter avskiljas medelst dosering av t ex natronlut till skrubbevätskan. Härigenom undviks även korrosion på nedströms liggande värmeväxlarytor. Avgående vätska från skrubbern kan på konventionellt vis renas med filter för att avskilja t ex avskilt stoff och sot.
- 15 Utföringsformer av uppfinningen kommer i det följande att beskrivas i exempelform med hänvisning till de bilagda ritningen.

Fig. 1 visar schematiskt en enkel utföringsform av en anordning enligt uppfinningen, i vilken avgaser direkt utledes till atmosfären

- 20 Fig. 2 visar en anordning i vilken avgasen hålles trycksatt innan den utledes till atmosfären.

Fig. 1 illustrerar en intagsledning 10 till en förbränningsmaskin 12. Ledningen 10 har ett inloppsavsnitt 11, som emottar luft med en temperatur av exempelvis 15 °C,

25 vilken införes i en luftfuktare 5, som tillföres värme  $q_3$  och vatten via en ledning 41, 42. Överskottsvatten från fuktaren 5 bortledes via en ledning 47. Bränsle, exempelvis naturgas, tillföres maskinen 2, exempelvis genom att införas i ledningen 10 uppströms maskinen 2, eller i maskinen 2.

- 30 En turboladdare 6 innefattar en kompressor 6a, som via en transmission 6c är kopplad till en turboexpander 6b. Turboladdaren visas även kopplad till en elmaskin 61, med vilken elström kan tas ut från turboladdaren, eller med vilken turboladdaren kan ges extra drivning. I intagsledningen 10 nedströms kompressorn 6a visas en ytterligare befuktare 7, som är trycksatt och som tillföres vatten via ledningarna 41,
- 35 42 och en ledning 43.

Förbränningsmaskinen 2 är kopplad till en elgenerator 19 eller ett utgående axelskaf, som avger arbete/energi från maskinen 2. Maskinen 2 visas ha en rökgas-

ledning 17, vilken nedströms maskinen 2 har turboladdarens 6 turboexpander 6b, och nedströms denna en avgaspanna 1, från vilken ett värmefflöde  $q_1$  bortledes för att nyttiggöras.

- 5 Blandningen av vatten, bränsle och luft som tas in i maskinen 2, är vald för att erbjuda en förbränning som är i huvudsak stökiometrisk, och företrädesvis nära stökiometrisk.

- 10 Nedströms avgaspannan 1 innehåller rökgasen företrädesvis väsentligen allt vatten i ångform. Rökgasen tvättas i en skrubber 2 med vatten som hämtas via ledningarna 41, 44, 31, 45. Stofthaltigt vatten dras av från skrubbern 2 via en ledning 46. Den renade rökgasen från skrubbern 2 ledes till en första kondensor 3, i vilken ett värmefflöde  $q_2$  utvinnes väsentligen genom kondensering av vattenånga i rökgasen. Kondensatet från kondensorn 3 utledes via en ledning 31. Från kondensorn 3 vidare-
- 15 ledes rökgasen till en nedströms belägen andra kondensor 4, vilken är anordnad att kondensera väsentligen resterande del av rökgasen, vattenånga, varvid kondensatet utledes via ledningen 41 och kan via ledningen 44 och 45 inledas i skrubbern 2 eller via ledningen 41, 42 inledas i fuktaren 5, eller från ledningen 42 via ledningen 43 till
- 20 den trycksatta befuktaren 7. Kondensorn 4 är utformad för att erbjuda ett värmefflöde  $q_3$ , vilket förångar en vattenmängd, som i huvudsak medger etablering av en stökiometrisk bränsle/luft/vattenblandning till maskinen 2. Den trycksatta befuktaren 7 kan energiförsörjas via turboladdaren 6 för att nyttiggöra avgasenergi med en temperatur som ligger väsentligt över 100 °.

- 25 Värmefflöderna  $q_1$ ,  $q_2$  kan användas för att värmeförsörja ett sorptionscykelaggregat av i sig känd karaktär. En sådan sorptionscykel kan med fördel emotta värme dels från avgaspannan 1, i ett första steg, och från kondensorn 3, i ett andra steg. Ett delfflöde av kondenseringsvärmets från kondensorn 3 kan naturligtvis utnyttjas för något annat ändamål, exempelvis för att generera värme till ett fjärrvärmenät.

- 30 Anläggningen enligt fig. 2 skiljer sig primärt från den enligt fig. 1 genom att rökgasledningen 17 har ett ändavsnitt 71, som avgår från den andra kondensorn 4, och innehåller en värmeväxlare 8, som erbjuder en återvärmning av avgasen med maskinens 2 avgasfflöde omedelbart uppströms skrubbern 2. Avsnittet 71 sträcker
- 35 sig från återvärmaren 8 via turboladdarens 6 expander 6b, som bildar ett medel för att upprätthålla ett väsentligt övertryck hos maskinens 2 avgas i avgasledningen 17 uppströms expandern 6b. Avgastrycket kan därvid vara åtminstone 1,5 bar övertryck och företrädesvis åtminstone 2 bar övertryck.

I utföringsformen enligt fig. 2 är vidare avgaspannan 1 belägen närmast nedströms maskinen 2, och är turboexpandern 6b belägen i avgasledningens 17 utloppsände.

5 Vattnet som leds genom skrubbern 2 kan vara basiskt för att neutralisera surt material i avgasflödet.

Med en anläggning enligt fig. 1 eller 2 kan en mycket stor del av det tillförda bränslets energiinnehåll nyttiggöras för drivning av sorptionscykelmaskiner, generering av arbete och/eller produktion av värme/fjärrvärme, speciellt genom att  
10 avgasernas värmeinnehåll långtgående kan utnyttjas, primärt i kondensorer, varvid avgasens vattenånga kondenseras ut, varvid avgasen efter kondensorererna har ett mycket lågt energiinnehåll. I utföringsformen enligt fig. 2 kan därvid risken för isbildning vid avgasens expansion i expandern 6b undvikas genom en föregående återvärmning av avgasflödet i återvärmaren 8.

15 På fig. 2 visas att ett värmefflöde  $q_6$  kan införas i befuktaren 7, när denna tillföres relativt stora flöden vatten (via ledningen 43) för uppfuktning av intagsluften. Värmefflödet  $q_6$  kan exempelvis vara ett delfflöde av  $q_1$ ,  $q_2$  eller  $q_4$ . Som ett alternativ till den på fig. 2 visade återvärmaren 8, kan avgasen i ledningsavsnittet 71 återvärmas med  
20 värme från befuktaren 7, eftersom det kan vara lämpligt att under vissa driftsbetingelser kyla den däri emottagna komprimerade laddluften, vilken har en temperaturnivå som gör den lämpad att utnyttjas för återuppvärmningen av avgasen omedelbart före expandern 6b, speciellt i syfte att undvika isbildning i denna.

25 På fig. 2 indikeras även att förbränningsmaskinen 12 på konventionellt vis lämpligen är kyld av ett kylsystem, exempelvis ett vätskegenomströmmat kylsystem, varvid det av kylsystemets kylningsfluid emottagna värmefflödet  $q_4$  lämpligen bör bortföras och nyttiggöras. Eftersom värmefflödet  $q_4$  på konventionellt vis kan ha en temperatur i området omkring eller strax under 100 °C, då maskinens 12 kylningsfluid är vattenbaserad, kan värmefflödet  $q_4$  lämpligen överföras till och nyttiggöras som fjärrvärme  
30 eller som drivningsenergi för en sorptionsmaskin, varvid värmefflödet  $q_4$  alltså lämpligen kan användas som komplement till värmefflödet  $q_2$ .

Även generatoren 19 avger ett värmefflöde  $q_5$ , som kan nyttiggöras.  $q_5$  kan såsom ett  
35 exempel uppgå till ca 2-3 procent av bränslets förbränningseffekt.  $q_5$  erhålles vid en relativt låg temperaturnivå och kan då med fördel utnyttjas för uppfuktningen av intagsluften, varvid intagsluften eller befuktningsvattnet för denna kan värmas med  $q_5$ , exempelvis i befuktaren 5 eller uppströms denna.

**Patentkrav**

1. Förfarande för utvinning av mekanisk energi i kombination med utvinning av kyla och/eller värme i anslutning till en förbränningsmaskin (2), som tillföres bränsle och luft, varvid maskinens intagsluft tillföres vatten före förbränningen, **kännetecknat** av att förbränningsmaskinens rökgas behandlas i ett första rökgaskondenseringssteg (15), varvid värmeflödet från detta nyttjas för en värmeförbrukare och/ eller en sorptionscykel, och att förbränningsmaskinens intagsluft vid tillförseln av vattnet värmes med värme från ett i avgasledningen (7) anordnat andra rökgaskondenseringssteg (10) nedströms det första rökgaskondenseringssteget (15).
2. Förfarande enligt krav 1, **kännetecknat** av att vattnet tillföres intagsluften såsom vattenånga och/eller kondensat från kondensorstegen (10, 15).
3. Förfarande enligt krav 1 eller 2, **kännetecknat** av att avgasens rökgaskondensering utföres vid ett avgastryck som är minst 1,5 bar, företrädesvis över 2 bar.
4. Förfarande enligt något av kraven 1-2, **kännetecknat** av att rökgasen kondenseras väsentligen vid atmosfärstryck och att förbränningsmaskinen tillföres en väsentligen stökiometrisk bränsle/luft/vattenblandning.
5. Förfarande enligt krav 3, **kännetecknat** av att rökgasen efter kondensering, men före expansion i en vid rökgasledningens utlopp anordnad turbin (43), återvärmes för att undvika isbildning vid expansionen, varvid rökgasen företrädesvis återvärmes genom värmeväxling mot en varmare del av rökgasflödet eller genom värmeväxling mot komprimerad intagsluft.
6. Förfarande enligt något av kraven 1-5, **kännetecknat** av att förbränningsmaskinen (2) driver en generator (19), varvid ett av generatorm (19) avgivet värme flöde  $q_5$  användes för uppfuktning av intagsluften.
7. Anordning för utvinning av mekanisk energi samt värme och/eller kyla i anslutning till en förbränningsmaskin som har medel (4) för befuktning av maskinens intagsluft, **kännetecknad** av medel för att utvinna värme ur maskinens (2) rökgaser medelst rökgaskondensering för överföring till ett värmenät, eller till en sorptionscykel i vald fördelning och att kondenseringsmedlen innefattar en sekundär kondenseringsdel nedströms en primär kondenseringsdel, som värmeförsörjer värmenätet och

sorptionscykeln, varvid den sekundära kondensorenheten är anordnad att tillföra värme för befuktning av intagsluft.

- 5 8. Anordning enligt krav 7, **kännetecknad av att luftbefuktningsmedlen är** anordnade att tillföras värmevattenånga från den andra kondensorenheten, för samtidig värmning och att den andra kondensorenheten är utformad för kondensering av rökgas på ena sidan av en värmeväxlaryta och för värmning och befuktning av intagsluft på den andra vattenbestrålade sidan av värmeväxlarytan.
- 10 9. Anordning enligt något av kraven 7 eller 8, **kännetecknad av medel** (43) för att hålla avgaserna vid förhöjt tryck i avgasledningen från maskinen (2) till en position nedströms den andra kondensorenheten (10).
- 15 10. Anordning enligt krav 7 eller 8, **kännetecknad av medel** för att tillföra bränsle (8), luft och fukt till förbränningsmaskinen för i huvudsak stökiometrisk förbränning.
- 20 11. Anordning enligt något av kraven 6-9, **kännetecknad av att en värmeöverföringsanordning** är tillhandahållen för att överföra en spillvärme  $q_5$  från en till förbränningsmaskinen (2) ansluten elgenerator (19) till intagsluften eller vatten för befuktning av denna, företrädesvis vid luftbefuktningsmedlen (5).



**Sammandrag**

- Ett förfarande och en anordning för utvinning av mekanisk energi i kombination med utvinning av kyla och/eller värme i anslutning till en förbränningsmaskin (2), som tillföres bränsle och luft, tillföres maskinens intagsluft vatten före förbränningen.
- 5 Förbränningsmaskinens rökgas behandlas i ett första rökgaskondenseringssteg (15), varvid värmeflödet från detta utnyttjas för en värmeförbrukare och/eller en sorptionscykel. Förbränningsmaskinens intagsluft värmes i samband med att den tillföres vatten, med värme från ett i avgasledningen (7) anordnat andra rökgaskondense-
- 10 ringssteg (10) nedströms det första rökgaskondenseringssteget (15). (Fig. 1).

0001771-3

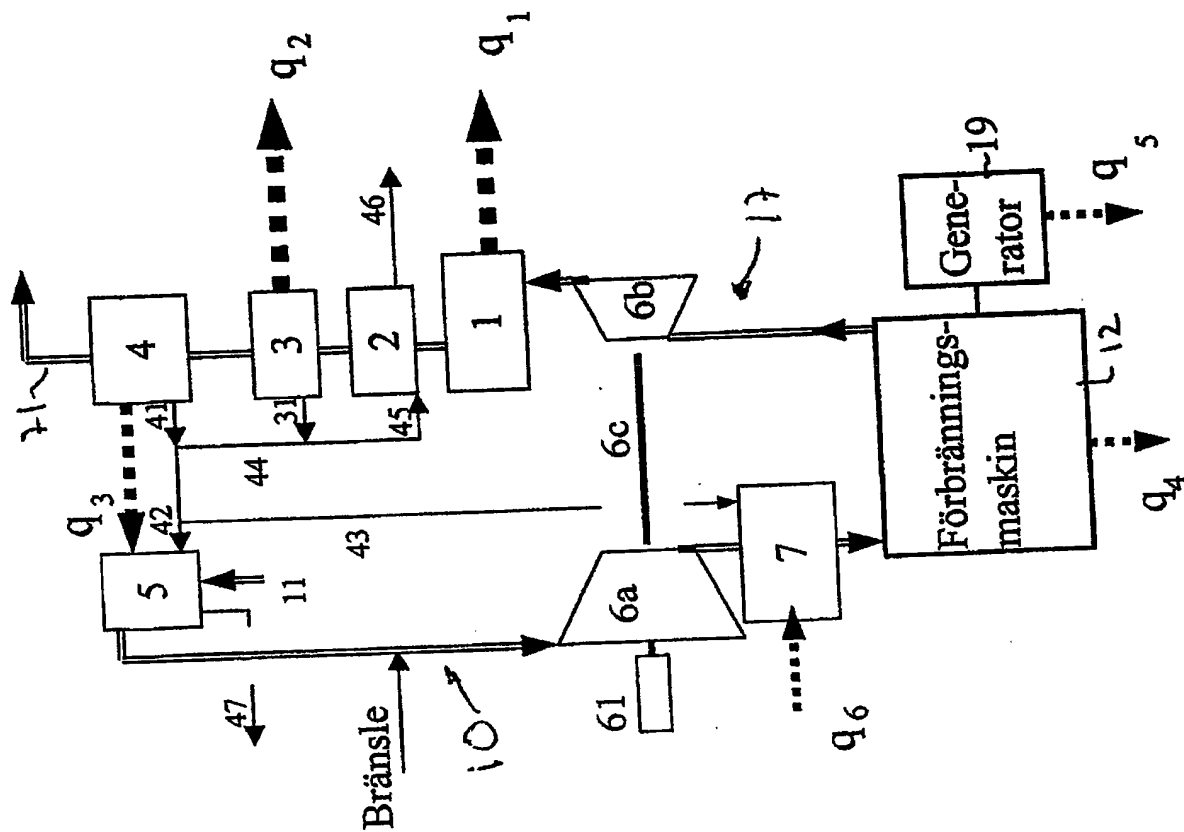


Fig 1. Atmosfärisk rökenskondensering

Rest Available Copy

0001771-3

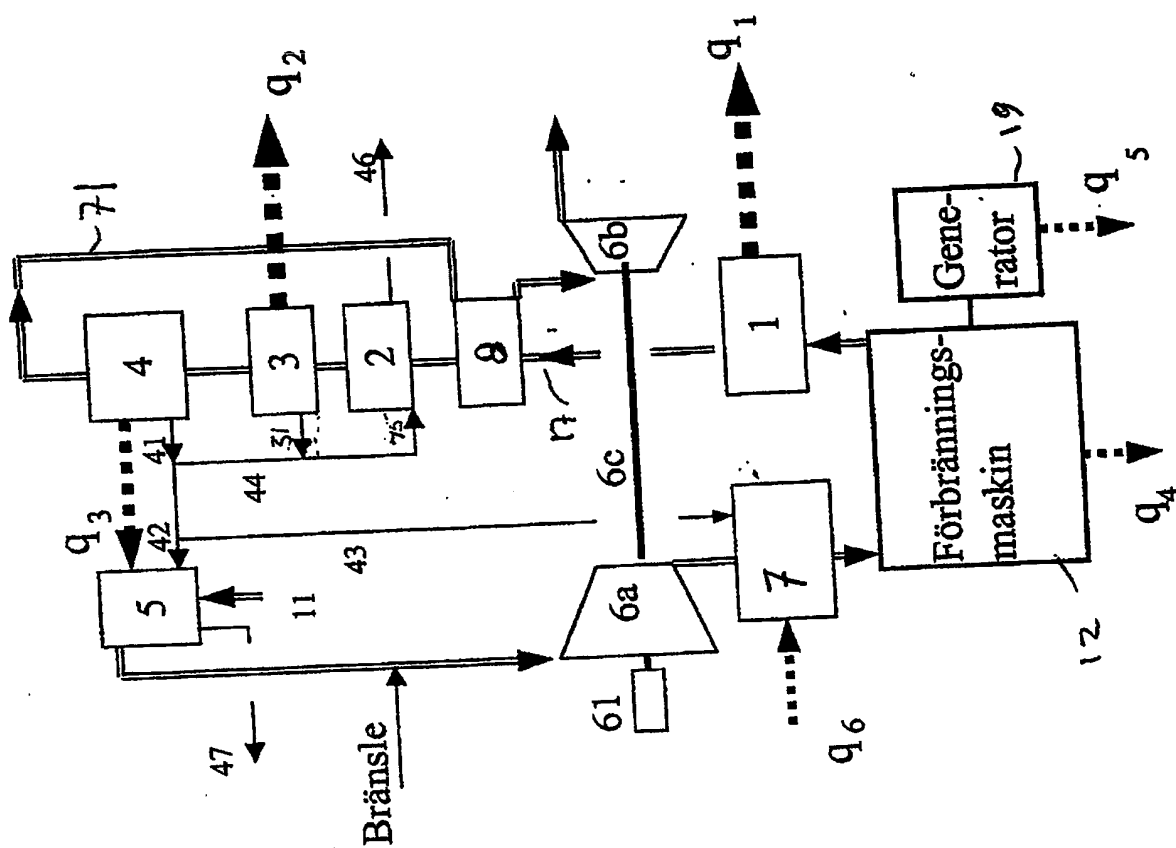


Fig 2. Trycksatt rökenskondensering

Rest Available Copy